

Agricultures des savanes du Nord-Cameroun

Vers un développement solidaire
des savanes d'Afrique centrale



Projet Garoua

IRAD ■ CIRAD ■ ORSTOM

Ministère de la recherche scientifique et technique du Cameroun

Ministère français de la coopération

Caisse française de développement

Actes de l'atelier d'échange

25-29 novembre 1996

Garoua, Cameroun

P

rotection phytosanitaire du cotonnier

J.-P. DEGUINE

CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

G. EKUKOLE

SENCHIM, km 13, route de Rufisque, BP 3148 Dakar, Sénégal

Résumé — Après une description du contexte de la culture cotonnière au Cameroun et une revue des conditions expérimentales, les principaux résultats en matière de protection phytosanitaire du cotonnier ainsi que son évolution en milieu producteur sont présentés. Les études ont permis de faire l'inventaire non seulement des ravageurs (plus de 150 espèces recensées), mais aussi de la faune auxiliaire (plus de 100 espèces identifiées). Des éléments sont avancés sur l'incidence économique, la répartition géographique et l'évolution dans le temps des principaux prédateurs. La protection phytosanitaire est passée, de 1988 à 1995, du concept de la lutte chimique conseillée à celui de la lutte chimique raisonnée. Le programme sur calendrier, pratiqué en ultra bas volume depuis les années 70, a en effet fait place à la lutte étagée ciblée (LEC), programme dans lequel les modalités des applications foliaires à très bas volume sont définies à partir d'observations sur l'entomofaune présente. La LEC a permis de réduire considérablement le coût de la protection, tout en assurant une protection satisfaisante contre les ravageurs et un meilleur respect de l'environnement.

Mots-clés : cotonnier, protection phytosanitaire, lutte étagée ciblée, très bas volume, ravageurs, auxiliaires, Cameroun.

Le cotonnier demeure la principale culture de rente du Nord-Cameroun. Cette plante est cultivée sur des surfaces de plus en plus importantes chaque année — 150 000 ha en 1995 — réparties sur deux provinces, l'Extrême-Nord et le Nord. Plus de 200 000 planteurs cultivent le cotonnier. Le présent document relate les principaux résultats de l'expérimentation phytosanitaire, entre 1988 et 1995, par la section d'entomologie du programme coton de l'IRA (Institut de la recherche agronomique, Cameroun) à Maroua.

Conditions de l'expérimentation

L'objectif de la section d'entomologie est de proposer à la société de développement du coton

(Sodécoton) et aux utilisateurs (planteurs de coton) une protection phytosanitaire efficace, adaptée aux conditions locales, au moindre coût, et au moindre risque pour l'environnement. Les recherches entreprises au cours de la période considérée prennent en compte ces critères, dont l'importance relative varie dans le temps et diffère selon les besoins à court ou à long terme. Schématiquement, dans la période 1988-1995, la réduction des coûts de production à court terme (volonté du développement pour les paysans) et un meilleur respect de l'environnement (préoccupation de la recherche pour une période à long terme et souci de certains bailleurs de fonds) ont pris de l'importance par rapport aux années antérieures. Les activités de la section sont financées par le projet Garoua, de 1988 à 1991 (première phase) et de 1992 à 1995 (deuxième phase). Le budget annuel de fonctionnement de la section varie de 15 à 25 millions de francs CFA.

Structure du réseau d'essais

L'expérimentation phytosanitaire est menée dans divers lieux :

- en milieu contrôlé, sur la station IRA de Djarengol (1,2 ha) et dans un choix de parcelles paysannes situées autour de Garoua (Pitoa, Gashiga, Boklé) grâce au concours de la Sodécoton ;
- en milieu contrôlé et délocalisé : sur les antennes IRA (Soucoundou, Tchatibali, Djalingo, Tcholliré, Ndock et Touboro) et en régie Sodécoton (nombre de lieux variant de 10 en 1989 à 31 en 1994) ;
- en milieu paysan : dans la plupart des régions cotonnières, mais particulièrement autour de Garoua. Ces essais sont menés conjointement avec le service expérimentation de la Sodécoton ;

- au laboratoire d'élevage et de nutrition d'insectes, au laboratoire de DL 50, ainsi qu'au laboratoire de mesure du collage de la fibre. Tous sont situés à Djarengol (Maroua).

Thèmes d'études et nature des essais

Les thèmes d'études ainsi que la nature et le nombre d'essais mis en place sont présentés dans le tableau I.

La biocénose

Ce paragraphe fait le point des connaissances sur la biocénose associée au cotonnier au Cameroun. Les études menées dans le cadre du projet Garoua ont permis d'actualiser et d'affiner ces connaissances.

Les ravageurs

Les chenilles carpophages s'attaquent essentiellement aux organes fructifères du cotonnier. Les trois espèces les plus importantes sont *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis watersi* (Rothschild) et *Earias* spp. (RENOU et DEGUINE, 1992 ; EKUKOLE, 1993a). Si depuis le début des années 80, la première espèce dominait, on a observé depuis quelques campagnes une remontée des populations de la deuxième. Il est à remarquer que si *D. watersi* est nettement prédominant en conditions non traitées, il en est tout autrement en milieu paysan (parcelles protégées), où *H. armigera* est la principale espèce d'importance économique. *Earias* spp. présente généralement de moindres niveaux d'infestation. Quant à l'espèce *Cryptophlebia leucotreta* (Meyrick), signalée épisodiquement, son apparition très tardive et limitée à certaines zones reste secondaire. De la même manière, si *Pectinophora gossypiella* (Saunders) est signalée dans le sud de la zone cotonnière, sa présence n'en demeure pas moins anecdotique.

Tableau I. Thèmes et nombre d'essais mis en place entre 1988 et 1994.

Thème	Essai	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Biocénose	Parcelles à trois niveaux de protection	4	5	5	5	5	4	4
	Parcelles non traitées		10	11	15	19	25	31
	Parcelles filtres		2	2	2			
Matières actives	Efficacité de matières actives	8	12	7	4	5	2	1
	Prévulgarisation de formulations	6	12	10	8		1	
Techniques d'application	Très bas volume (TBV)	P	2	1				1
	Thermonébulisation			1				
	Electrodyn			1				
	Atomisation		1					
	Side-dressing			1				
Programmes de protection	Dose-fréquence	P	1					
	Lutte étagée	1	1					
	Lutte étagée ciblée	1	1	P	1	1	6	
	Seuil d'intervention		1		1	2		
Protection des semences	Contre <i>Aphis gossypii</i>		1	1	1	1	1	1
	Désinfection classique	3						
Autres	Sensibilité des ravageurs aux pesticides							L
	Toxicité des pesticides sur la faune utile					2	1	
	Intégration de nouvelles familles d'insecticides						1	P
	Cotonniers rouges						6	
	Cotonniers glandless						1	
	Etêtage du cotonnier			1			7	
	Alternative aux pyréthrinoides			1		1		
	Lutte conjuguée	1						
	Lutte biologique				1			
	Cotonniers okra				1	2	1	1
	Collage				1			
	Défoliation				3			

P : prévulgarisation ; L : étude de laboratoire.

Le puceron *Aphis gossypii* Glover est observé sur toute la zone cotonnière. Depuis le milieu de la décennie 80, il peut apparaître tôt en campagne et a, dans certaines conditions, une incidence sur la production de coton graine. Mais c'est aussi un redoutable ravageur de fin de campagne en raison des miellats qu'il sécrète et qui polluent la fibre. Les populations de milieu de campagne sont généralement faibles et peu dangereuses (DEGUINE, 1995). Les aleurodes, dont *Bemisia tabaci* Gennadius, sont responsables entre autres d'une pollution similaire de la fibre en fin de cycle du cotonnier. La présence d'adultes est souvent constatée dès le début de campagne, mais les populations de stades fixés se développent surtout en fin de campagne. Enfin, on peut assister, épisodiquement, à des pullulations de cochenilles (*Ferrisia virgata* Cockerell, *Phenacoccus* sp.). Le puceron et l'aleurode sont par ailleurs susceptibles de transmettre des maladies virales (maladie bleue, mosaïque), heureusement peu répandues aujourd'hui.

Les principales espèces de chenilles phyllophages sont *Syllepte derogata* (F.), *Anomis flava* (F.) et *Spodoptera littoralis* (Boisduval). On assiste à une recrudescence des dégâts dus à *S. derogata* depuis quelques années, qui peut devenir un ravageur à l'incidence économique non nulle dans certaines conditions. Ce ravageur doit faire l'objet d'une attention particulière. Les acariens rencontrés sont essentiellement des tarsonèmes, de l'espèce *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Son apparition s'observe en début de campagne et ses dégâts sont généralement sans incidence.

Des ravageurs secondaires méritent d'être mentionnés en raison des pullulations potentielles dans certaines conditions : punaises (essentiellement *Dysdercus* et mirides), altises (*Podagrica pallidicolor* Pic) et jassides.

La liste des arthropodes ravageurs du cotonnier qui ont été recensés au Cameroun est présentée en annexe 1.

Incidence économique

L'incidence des ravageurs sur la production de coton graine est estimée, en moyenne dans la dernière décennie, à 30 à 40 % selon les années, pour un potentiel de production de 2 t/ha (figure 1). Cette perte de production est le résultat de l'action de divers ravageurs, mais c'est essentiellement aux chenilles carpophages (en particulier *H. armigera*) et aux piqueurs-suceurs (notamment *A. gossypii*) que l'on peut attribuer le rôle le plus important. Pour ce dernier ravageur, des pertes de rendement de l'ordre de 25 % ont été mises en évidence dans certains essais.

La dépréciation de la qualité de la fibre est plus difficile à évaluer économiquement. Elle résulte de l'action de plusieurs ravageurs mais peut se résumer par deux types de dégâts :

- le collage de la fibre : il est dû au dépôt de miellats (excrétions sucrées des pucerons, aleurodes et cochenilles) sur le coton graine des capsules ouvertes, avant la récolte. Economiquement, ce problème est important pour la Sodécoton ;
- le taux de capsules non saines en fin de campagne : il s'agit de capsules percées, piquées, trouées, momifiées ou pourries, à cause d'attaques de ravageurs divers, en particulier des punaises. Le rendement à l'égrenage et la maturité de la fibre s'en trouvent directement altérés. Les piqûres ou les perforations dans les capsules vertes ou ouvertes (dus essentiellement à des hémiptères et des lépidoptères) provoquent une diminution de la qualité germinative des graines contenues dans ces capsules.

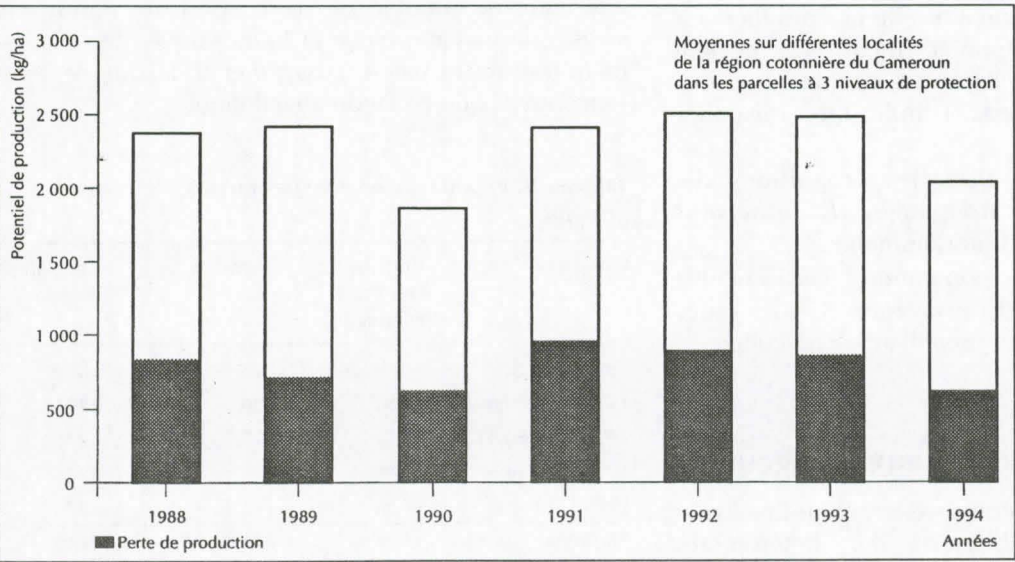


Figure 1. Incidence économique des ravageurs au Cameroun (perte de production de coton graine).

Répartition géographique

A la lumière d'observations sur les dix dernières années, une seule tendance peut être dégagée. La différenciation de la zone cotonnière provient essentiellement du potentiel d'apparition de l'acariose, lui même lié à la pluviosité. Dans la partie sud, le potentiel est important, dans la partie nord, il est faible.

Ces parties regroupent schématiquement les régions agricoles de la Sodécoton suivantes :

- dans la partie nord : Maroua, Kaélé, Tchatibali et Guider ;
- dans la partie sud : Garoua Est, Garoua Ouest et Touboro.

De plus, dans la partie sud, la chenille phyllophage dominante est *S. derogata*, à des niveaux d'infestation variables, alors que dans la partie nord, *A. flava* et *S. littoralis*, peuvent prédominer, bien que leurs niveaux de population restent modérés. De même, les populations de fin de campagne d'aleurodes sont souvent plus importantes dans le sud (en particulier dans la région de Touboro) que dans le nord. Aucune régionalisation n'est possible pour les autres principaux ravageurs (chenilles carpophages et piqueurs-suceurs).

Evolution dans le temps

La dernière décennie a été marquée par les événements suivants :

- une explosion des populations de certains hémiptères : pucerons et aleurodes. Ce déséquilibre faunistique a des origines diverses : les modalités de la protection phytosanitaire vulgarisée depuis quinze ans, les conditions climatiques, le développement des surfaces cotonnières et d'autres cultures hôtes, la destruction systématique des ennemis naturels lors des traitements, la possible évolution du niveau de sensibilité de ces insectes aux pesticides, etc. ;
- une régression des populations de jassides (liée aux variétés pileuses de cotonnier vulgarisées), et dans une moindre mesure de l'acariose (conditions climatiques plus défavorables et utilisation raisonnée d'acaricides) ;
- plusieurs inversions dans les proportions des espèces de chenilles carpophages (*D. watersi* et *H. armigera* étant tour à tour dominantes) ;
- une augmentation des populations de la chenille *S. derogata* dans le sud de la zone. Cette espèce demande aujourd'hui une surveillance particulière.

Les organismes associés aux ravageurs

Les principaux prédateurs des chenilles sont des coléoptères (carabiques), des hétéroptères

(punaises du genre *Rhynocoris*) et des araignées (GALVA, 1993). Sur les pucerons, on observe en plus grand nombre les trois principaux groupes de prédateurs : coccinelles, syrphes et chrysopes (EKUKOLE, 1993b). Enfin, la punaise *Phonoctonus* sp. peut être citée pour son action sur *Dysdercus*. Le développement des études sur ces insectes utiles permet au bout de quelques années de dégager certaines tendances. C'est par exemple le cas en ce qui concerne les prédateurs de pucerons, comme le montre le tableau II à titre d'illustration.

Les parasitoïdes les plus rencontrés sur chenilles sont des hyménoptères du genre *Apanteles*, (en particulier sur *S. derogata*). Les parasitoïdes de pucerons agissent en fin de campagne. Les principaux entomopathogènes sont les champignons sur les pucerons (*Neozygites fresenii* Nowakowski) que l'on trouve à partir du mois de septembre et qui sont responsables de la chute spectaculaire des populations de pucerons. Parmi les auxiliaires, certains insectes comme les fourmis, jouent un rôle le plus souvent favorable pour le développement des populations aphidiennes. La liste des principaux auxiliaires associés au cotonnier au Cameroun est présentée en annexe 2.

Les maladies

La maladie la plus répandue est la bactériose due à *Xanthomonas campestris*. Son incidence, sans doute non négligeable dans certaines conditions, est très difficile à estimer. Les symptômes bactériens foliaires sont présents, d'une part, sur le limbe des feuilles (tâches angulaires), d'autre part, sur les nervures pouvant se prolonger sur le pétiole, voire sur le rameau. Ce deuxième type d'attaque est désormais le plus fréquent. Les symptômes bactériens peuvent être observés sur l'appareil fructifère (tâches rondes huileuses sur les capsules). D'autres maladies sont observées, mais n'ont pas d'incidence économique : alternariose, ramulariose, cercosporiose. Parmi les viroses, la maladie bleue et la mosaïque, respectivement transmises par *A. gossypii* et *B. tabaci*, ne sont rencontrées que de façon anecdotique.

Tableau II. Importance relative des prédateurs d'*Aphis gossypii*.

Campagne	Coccinelles (adultes et larves)	Syrphes (larves)	Chrysopes (larves)
1991 (18 lieux)	58 %	26 %	16 %
1992 (24 lieux)	46 %	30 %	24 %
1993 (25 lieux)	66 %	22 %	12 %
1994 (22 lieux)	49 %	29 %	22 %
1995 (33 lieux)	47 %	23 %	30 %
Moyenne	53 %	26 %	21 %

Enfin, les observations faites au sujet de la maladie des cotonniers rouges montrent que les aleurodes interviennent dans l'apparition des symptômes de rougissement. Ce syndrome, complexe, fait l'objet d'investigations pluridisciplinaires.

La lutte chimique raisonnée

L'évolution des modalités de la protection vulgarisée, entre 1988 et 1995, est le fruit des principaux résultats de la recherche phytosanitaire au cours de cette période, mis en application sur le terrain par la Sodécoton.

La protection vulgarisée en 1988

En 1988, l'ensemble des surfaces cotonnières est protégé, dans un programme de protection classique sur calendrier, selon la technique UBV (ultra bas volume à 1 l/ha). Les applications foliaires, dont le nombre varie de 6 à 7 selon les régions, sont effectuées tous les quatorze jours, la première ayant lieu quarante-cinq jours après la levée. Les insecticides utilisés (formulations ULV), sont des associations pyréthri-noïde-organophosphoré, parfois des pyréthri-noïdes seuls. L'appareil employé est le Micro ulva (Micron Sprayers). Les traitements sont réalisés en passant toutes les six rangées de cotonniers à la vitesse de 1 m/s. Cette protection se révèle efficace contre les chenilles des capsules, mais montre des faiblesses dans la lutte contre les insectes piqueurs-suceurs, en recrudescence dans la décennie 80. De plus, l'aphicide systématiquement utilisé est le monocrotophos, matière active particulièrement toxique.

En 1988, la protection des semences consiste à saupoudrer celles-ci, à la sortie de l'usine d'égrenage, de mélanges fongicide-insecticide. Cette désinfection des semences, utilisant des spécialités particulièrement toxiques pour l'homme (organomercuriques), se révèle peu efficace et présente des risques évidents d'intoxication des utilisateurs.

La fin de la décennie 80 constitue une période difficile pour la filière coton à cause, en particulier, de la chute des cours du coton. La crise traversée implique la nécessité de réduire les coûts de production ce qui, dans le domaine phytosanitaire, se traduit par une volonté de baisser les coûts des traitements insecticides, supportés en totalité par les planteurs. En outre, la volonté de mieux respecter l'environnement se fait de plus en plus sentir chez les bailleurs de fonds, même si cela n'est pas une préoccupation immédiate des organismes de développement.

Evolution de 1988 à 1995

En premier lieu, la recherche d'une technique d'application plus efficace sur les piqueurs-suceurs débouche sur l'introduction de la technique TBV (très bas volume à 10 l/ha à l'eau) (OUDINOT, 1988). Dans celle-ci, on utilise des formulations que l'on mélange à de l'eau afin d'épandre un volume de 10 litres de bouillie à l'hectare (formulations EC). Initialement destinée à lutter plus efficacement contre les insectes piqueurs-suceurs (ce qui est le cas, mais de manière insuffisante), cette technique montre rapidement un intérêt certain, lié à sa souplesse d'utilisation : on peut en effet, grâce à cette technique, envisager l'introduction de programmes de protection raisonnés, générateurs d'économies et plus respectueux de l'environnement. En 1995, la technique TBV concerne la quasi-totalité des surfaces protégées (figure 2).

Le premier programme vulgarisable répondant en partie à ces critères est pré-vulgarisé en 1988 et vulgarisé en 1989. Il s'agit du programme dose-fréquence (DF), dans lequel le nombre d'applications est doublé (12 à 14) et les matières actives sont sous-dosées (au tiers de leurs doses normales) (ASPIROT et MENOZZI, 1984). Ce programme, considéré dès son introduction comme une étape temporaire, représente une bonne transition entre le programme UBV sur calendrier et la mise au point d'un programme raisonné plus efficace. Le programme DF permet aux planteurs de se familiariser avec la technique TBV et de faire des économies de l'ordre de 25 à 30 %. Mais ce programme comporte des inconvénients (pénibilité accrue, temps de travail augmenté, risques de mauvaise protection en cas de non traitement). De 1988 à 1994, les surfaces traitées de cette manière ne dépassent jamais 20 000 ha (figure 3). Le programme DF est remplacé en 1995 par un programme sur calendrier à quatorze jours, moins économique mais moins contraignant et plus sûr.

Les différentes recherches portant sur les nouveaux programmes de protection, menées systématiquement en milieu paysan, permettent de proposer la lutte étagée ciblée (LEC). Il s'agit d'un programme sur calendrier dans lequel on définit les types et les doses des matières actives en fonction des résultats d'observations effectuées au champ sur les principaux ravageurs (DEGUINE *et al.*, 1993).

En LEC, le nombre de traitements n'est pas modifié par rapport au programme en UBV, mais les modalités d'application sont modulées. Actuellement, deux appareils de pulvérisation sont recommandés : Ulva + (Micron Sprayers) et Berthoud C5-10. Ces deux appareils doivent être dotés de cinq piles, pour une utilisation de l'ordre de 7 à 8 heures. La vitesse d'avancement est de 1 m/s, en passant toutes les trois

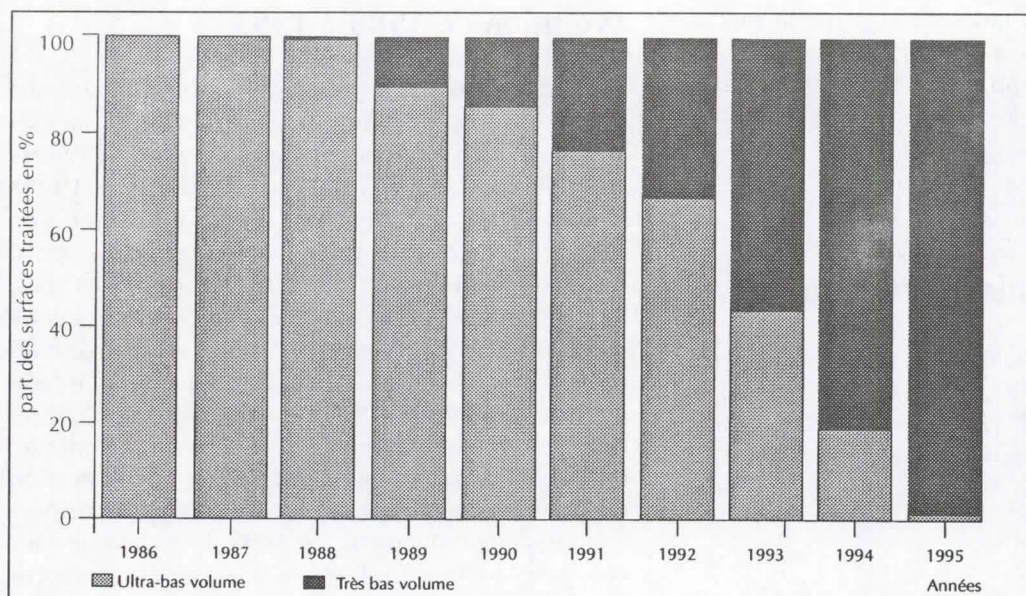


Figure 2.
Vulgarisation de la technique TVB (très bas volume) : part des surfaces traitées selon la technique d'application utilisée.

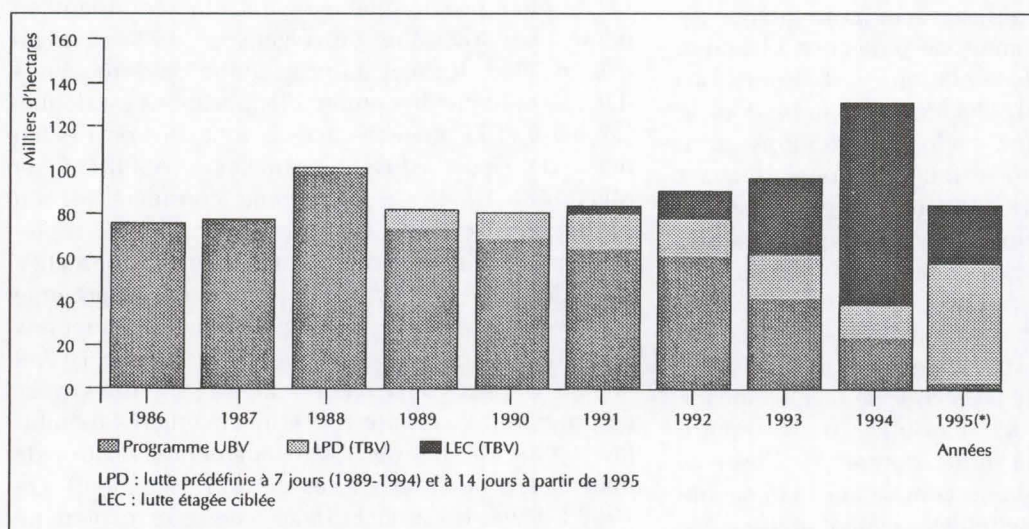


Figure 3.
Vulgarisation de la LEC (Lutte étagée ciblée), surfaces traitées selon le programme de protection appliquée.

rangées de cotonniers. Ces appareils sont munis d'un réservoir nourrice (généralement de 5 litres). Les deux parties sont reliées par un tuyau d'alimentation.

Une vaste action de formation et de suivi de cette nouvelle méthode de protection, la LEC, est également mise en œuvre afin de garantir le bon déroulement des opérations sur le terrain (séances et documents de formation, abaques, cahiers d'observations et de traitements, fiches de contrôle, parcelles d'alarme, etc.).

La LEC représente un excellent compromis, vulgarisable, entre le programme sur calendrier classique et un programme sur seuil d'intervention, tel qu'il est pratiqué dans les pays développés. La LEC permet de faire des économies de l'ordre de 50 % par rapport au programme UBV et de mieux respecter l'environnement, tout en assurant une protection et une production au moins aussi bonnes. La figure 4 montre, dans le cas de la région de Touboro, la stabi-

lité de ces avantages. En 1995, plus des deux tiers des surfaces sont protégées en LEC (figure 3). Une enquête réalisée par l'IRA, en 1995, lors des sessions de formation et de recyclage, en collaboration avec les responsables de l'encadrement de la Sodécoton, montre que la majorité des planteurs sont satisfaits de la LEC. La raison principale concerne les économies monétaires qu'elle procure. Le tableau III permet d'apprécier la perception de la LEC par les planteurs, évaluée par cette enquête.

Dans le domaine social, la LEC peut être considérée comme une importante source d'emplois et de revenus monétaires pour de nombreux jeunes des villages (BEKOLO, 1994). On estime que la rémunération des observations en 1994 s'est élevée à plus de 57 millions de francs CFA, distribués auprès de 1 500 personnes.

La réorientation de la protection contre *A. gossypii* est également apparue, durant cette période, comme

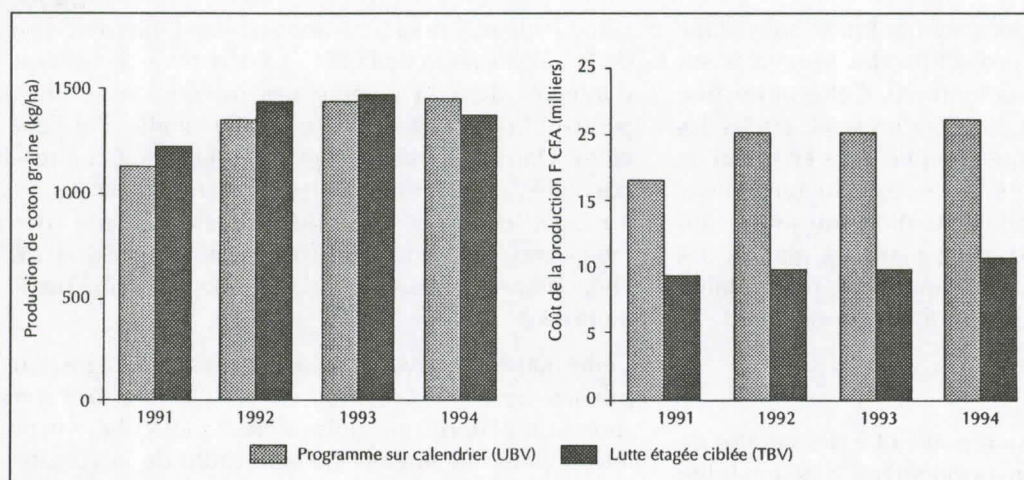


Figure 4.
Comparaison
des programmes
de protection
vulgarisé au
Cameroun
(région agricole
de Touboro).

Tableau III. Perception de la LEC (Lutte étagée ciblée) par les planteurs (enquête IRA/section entomologie coton en collaboration avec la Sodécoton).

Planteurs	Proportion	Raisons (par ordre d'importance)	Remarques
Contents	65 %	Economies monétaires Bonne qualité de la protection	
Mécontents	21 %	Difficultés de mise en place et de fonctionnement Risques de mauvaise protection Changement d'habitude	Observations Définition des doses Protection trop dépendante de la qualité des observations
Indifférents	14 %	Parce qu'ils n'ont pas le choix Parce qu'ils ne comprennent pas Parce qu'il s'agit de mauvais agriculteurs	LEC imposée par la Société cotonnière Font comme les autres paysans Mal sensibilisés, mal informés, mal formés Ne vont jamais au champ Ne s'en soucient pas

prioritaire. Dès 1989, les applications foliaires aphicides de fin de campagne sont supprimées, car elles sont inutiles et inefficaces. En revanche, le souci de protéger les jeunes cotonniers contre les pullulations précoces de pucerons implique une nouvelle conception des traitements des semences visant désormais à protéger les cotonniers pendant une trentaine de jours après la levée, et non plus seulement les graines et les plantules. Les produits systémiques aphicides remplacent les fongicides, dont l'intérêt, après la suppression des organomercuriques, est devenu négligeable. Le mode de mélange est également revu : il s'effectue localement, dans les marchés avant les semis, au moyen de fûts cylindriques mis en rotation manuellement et assurant un excellent mélange.

Enfin, la dernière évolution marquante de la période considérée est l'introduction de nouvelles familles d'insecticides dans le programme de protection vulgarisé. L'emploi de l'endosulfan pendant les deux premiers traitements est pré vulgarisé en 1994, dans la

région de Touboro. L'objectif premier de cette innovation est de réduire les risques d'apparition de résistance des ravageurs aux insecticides, en particulier d'*Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoides.

Situation en 1995 et recommandations

Protection des semences

Le bilan des recherches effectuées lors des années 80 met en évidence, dans les produits de traitement de semences, un net effet insecticide pour la faune du sol : iules, fourmis, termites, chenilles. En revanche, une protection fongicide ne se justifie pas par rapport au surcoût qu'elle engendre. Les études plus récentes montrent que ce mode de protection phytosanitaire est aussi le meilleur moyen de lutte chimique face aux pullulations précoces de pucerons. Le traitement des semences peut alors être considéré comme une méthode de protection précoce des cotonniers.

Les insecticides aphicides systémiques sont donc recommandés pour la protection des semences sur l'ensemble de la zone cotonnière. Cette protection est particulièrement adaptée pour les semis tardifs (les plus pénalisés par l'attaque des pucerons en début de cycle), mais suffisamment précoces pour rentabiliser le coût financier de cette opération (mi-juin à mi-juillet). Cela correspond assez bien aux réalités des semis de la province de l'Extrême-Nord, où l'installation de la saison des pluies est assez capricieuse.

La protection foliaire

Pour diverses raisons, qui répondent à des critères de coût, de respect de l'environnement, d'adaptabilité aux conditions rencontrées au Cameroun et d'efficacité contre certains ravageurs dangereux (chenilles carpophages), le programme de protection de lutte étagée ciblée est recommandé sur l'ensemble de la zone cotonnière. En attendant la vulgarisation de ce programme dans certaines zones, un programme sur calendrier, sans observations et avec des doses prédéfinies, peut être proposé. La technique d'application TBV 10 l/ha à l'eau est celle qui est recommandée sur l'ensemble de la zone cotonnière pour les pulvérisations foliaires de la période de protection classique.

Les différents essais effectués sur les matières actives permettent de recommander à la Sodécoton une gamme très variée de formulations commerciales, ce qui autorise des appels d'offres où la concurrence joue pleinement son rôle. Depuis la disparition de la technique UBV, 26 matières actives (pyréthrinoides, organophosphorés, carbamates, etc.) et plus de 60 formulations miscibles à l'eau, proposées par plus de 15 firmes phytosanitaires, sont recommandées à la Sodécoton.

Gestion des risques de résistance des ravageurs aux insecticides

Les risques d'apparition de résistance de certains ravageurs aux insecticides sont non négligeables. L'emploi répétitif depuis le début des années 80 des mêmes familles de matières actives (pyréthrinoides et organophosphorés) pourrait être à l'origine de phénomènes de cette nature dans le futur. Deux des principaux ravageurs rencontrés au Cameroun, la noctuelle *H. armigera* et le puceron *A. gossypii*, sont susceptibles de présenter une évolution de leur sensibilité aux insecticides, puisque de tels phénomènes sont observés dans de nombreuses régions cotonnières du monde. Une amélioration de la gestion des risques de résistance de ces deux déprédateurs peut être envisagée par quelques mesures vulgarisables.

La première mesure, émise par certains spécialistes des résistances (DELORME, comm. pers., 1994), est de réduire les quantités globales de pesticides épanchées en milieu paysan. Cette mesure est déjà en

vigueur depuis quelques années, par l'intermédiaire de la vulgarisation de la LEC. La deuxième mesure est d'intégrer dans la gamme des insecticides utilisés pendant la campagne, une nouvelle famille d'insecticides. Dans ce cadre, l'emploi de l'endosulfan (organochloré), pendant un ou deux traitements sur les six ou sept de la campagne, représente une des meilleures méthodes pour retarder l'apparition de phénomènes de résistance des lépidoptères aux pyréthrinoides.

Cette matière active a aussi d'autres avantages. En premier lieu, elle présente, en ce qui concerne son spectre d'action, une polyvalence particulièrement intéressante, notamment dans le cadre de la vulgarisation de la LEC ; l'endosulfan a en effet une certaine action sur les ravageurs autres que les chenilles carpophages (piqueurs-suceurs, acariens, chenilles phyllophages), et peut, dans des conditions de pression modérée de ces ravageurs, remplacer plusieurs matières actives à la fois. Cependant, il faut remarquer que, s'il est aussi efficace que les pyréthrinoides contre *H. armigera*, l'endosulfan présente une légère faiblesse sur *D. watersi*. Par ailleurs, l'endosulfan est assez sélectif envers les auxiliaires. Employé durant la première phase de protection, l'endosulfan permet d'accroître l'action des insectes utiles, en particulier les prédateurs des pucerons durant le mois d'août.

C'est pourquoi, compte tenu de ces considérations et des aspects phytosanitaires de la culture cotonnière, l'utilisation systématique de l'endosulfan pendant le premier ou les deux premiers traitements foliaires de la campagne est recommandée. A cette époque, lorsque la pression des ravageurs est variée mais modérée, l'utilisation de l'endosulfan à 375 g/ha ne présente pas de risques de mauvaise protection, répond globalement aux besoins insecticides, et reste vulgarisable sur le plan économique (notamment s'il est proposé de ne plus utiliser d'aphicides).

De même, l'utilisation, une fois par campagne, d'un insecticide de la famille des carbamates, est également un moyen efficace de retarder l'apparition de résistances et des remarques analogues pourraient être faites à propos d'autres insecticides. Le carbosulfan (carbamate) présente un spectre assez large (piqueurs-suceurs, chenilles phyllophages). Contre les pucerons, le benfuracarbe (carbamate), le triazamate (autre famille) ou l'imidaclopride (nitrométhylène) montrent une bonne efficacité, qui permettent à ces matières actives d'être recommandées. Cependant, leur utilisation en milieu paysan est peu réaliste, d'une part, à cause des contraintes financières, et, d'autre part, en raison de la mauvaise efficacité des traitements aphicides en TBV.

Respect de l'environnement et toxicovigilance

Sur le plan international, l'utilisation des matières actives les plus toxiques est de plus en plus décriée.

Au Cameroun, les risques de contamination des opérateurs lors des traitements semblent non négligeables. La réduction de l'encadrement ne contribue pas à diminuer ces risques. La protection insecticide de la culture du niébé, très répandue dans certaines zones, présente des dangers d'intoxication des personnes, notamment lors de la consommation des feuilles en vert (pour la sauce). Ces risques impliquent le choix d'aphicides moins toxiques que le monocrotophos. Sur le terrain, il est nécessaire que les opérateurs soient peu nombreux, et qu'ils effectuent le minimum de manipulations des pesticides. Le passage de l'UBV au TBV a considérablement réduit les risques de contamination des opérateurs par inhalation. Mais les risques relatifs à la manipulation des produits doivent toujours être prévenus. L'utilisation d'insecticides formulés en petits sachets, solubles ou non, n'est pas non plus sans danger ; en effet, pour les utilisateurs, les risques de confusion avec de nombreuses denrées disponibles sur les marchés des villages (boissons, lait, médicaments, savon, etc.) et qui sont formulées de la même manière, paraissent très élevés. En outre, les effets des matières actives sur les auxiliaires doivent désormais être pris en compte dans le cadre d'une lutte intégrée.

Une grande attention au sujet de la toxicité des matières actives est à adopter. L'utilisation des matières actives de la classe 1a du classement de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est à proscrire. Les matières actives de la classe 1b ne doivent être utilisées qu'en dernier recours. A qualité par ailleurs égale, une matière active moins toxique devra être retenue à la place d'une matière active de DL 50 plus faible.

Cas de la protection aphicide

Les applications foliaires aphicides, telles qu'elles sont réalisées en TBV, sont inefficaces. Il est prudent, utile et économique de réduire, dans un premier temps, puis de supprimer dans un second temps, l'utilisation d'aphicides lors du calendrier classique d'applications foliaires, dès lors qu'elles sont réalisées en TBV (et à fortiori en UBV).

Si les applications foliaires aphicides en TBV continuaient d'être vulgarisées — la décision est du ressort de la Sodécoton —, il faudrait au minimum supprimer l'utilisation des aphicides de la classe 1b (en particulier le monocrotophos employé depuis de nombreuses années). L'emploi d'aphicides moins toxiques et d'insecticides à spectre non strictement aphicide apparaîtrait, dans cette solution, une étape temporaire possible.

Une protection aphicide raisonnée en début de campagne (avant le début du traitement classique) est en revanche justifiée. Elle peut être réalisée par une protection des semences. En outre, en fin de campagne, l'évétage manuel des cotonniers, semble

être la technique de lutte contre le collage au champ la plus adaptée, même si elle nécessite une action de formation et de suivi des planteurs.

Autres méthodes de lutte

Dans le cas du puceron du cotonnier, certaines méthodes culturales constituent les voies les plus efficaces de lutte intégrée contre cet insecte. Elles sont rappelées ici : semis précoce, récolte précoce, apport précoce d'engrais. Ces trois mesures culturales sont actuellement les plus importantes pour lutter contre le collage mais d'autres, comme le bon contrôle de l'enherbement et le suivi des recommandations culturales, ne doivent pas être négligées.

Sur le plan phytosanitaire, la destruction par le feu des vieux cotonniers après la récolte est une méthode de limitation du développement de maladies et de certains ravageurs à l'orée de la saison suivante. Cependant, eu égard au maintien de la fertilité des sols, il est préférable de ne pas brûler les vieux cotonniers. Certes, dans de nombreux cas, les paysans ne restitueront pas les résidus au sol (l'utilisation des vieux cotonniers à diverses fins étant assurée), mais pour les situations où la restitution aura lieu, cela contribuera à une meilleure gestion du patrimoine foncier (MARTIN et DEGUINE, 1996).

Acquis structurels et méthodologiques

Réseau de surveillance de l'entomofaune

En collaboration avec la Sodécoton, un réseau de surveillance de l'entomofaune a pu être mis en place (ASFOM, 1994). En 1995, dans chaque secteur (environ 35), le dispositif suivant est implanté :

- parcelle non traitée avec observations hebdomadaires des ravageurs et des arthropodes utiles ;
- parcelle d'alarme traitée en LEC (mais aux doses minimales) avec observations hebdomadaires des principaux ravageurs ;
- unité de piégeage des pucerons ailés, visant à prédire la pullulation de début de campagne.

Ce travail est pris en charge par la Sodécoton. Initialement confié aux animateurs des secteurs, il est mené par des observateurs recrutés et rémunérés à partir de 1995.

Ce réseau d'observation permet de parfaire les connaissances relatives à la biocénose (importance relative, répartition géographique, évolution dans le temps, etc.), d'aider à prédire les infestations de certains ravageurs (notamment les piqueurs-suceurs)

et de prévenir en cas de mauvaise protection phytosanitaire (parcelle d'alarme).

Réhabilitation des laboratoires

Au cours de la mise en place du projet Garoua, les laboratoires d'élevage d'insectes et de DL 50 ont été réhabilités et sont devenus opérationnels à partir de 1989. Les premiers tests ont porté sur la sensibilité d'*A. gossypii* aux pesticides (TIBERGHIE *et al.*, 1994). Une méthode d'élevage et de DL 50 de cet insecte a pu être proposée (TIXIER *et al.*, 1996).

Méthodes d'observation au champ

Certaines méthodes d'observation des ravageurs et des auxiliaires, utilisées dans le réseau de surveillance de l'entomofaune, ont été mises au point dans la période considérée (ASFOM, 1994). Il en est de même de toute l'importante méthodologie employée en milieu paysan dans le cadre des observations de la LEC (DEGUINE *et al.*, 1993).

Méthodes utilisées au laboratoire

D'autres apports méthodologiques méritent d'être soulignés :

- méthodes d'élevage au laboratoire de divers arthropodes (en particulier les pucerons) ;
- méthodes de mesure en laboratoire de la sensibilité des pucerons aux pesticides ;
- mise au point en laboratoire d'une méthode pour mesurer l'efficacité au champ des techniques d'application et des matières actives face aux pucerons.

Activités de service, d'information et de formation

Il est important de souligner ici le travail de formation de la part de la recherche phytosanitaire envers les utilisateurs. Ainsi, à l'heure actuelle, les connaissances de base sur les ravageurs et les modalités de la protection phytosanitaire sont acquises par de nombreuses spécialistes de terrain. Il s'agit de personnel de l'encadrement Sodécoton (chefs de région, formateurs régionaux, chefs de secteur, animateurs, chefs de zone) et aussi des associations villageoises (secrétaires, observateurs, surveillants des traitements). Ces activités de formation sont indispensables avant d'envisager la formation directe des planteurs. L'objectif final est d'arriver à permettre à ces derniers de raisonner eux-mêmes la protection de leurs parcelles.

La formation des cadres de la Sodécoton

Chaque année, en moyenne huit journées sont consacrées à ces activités de formation. Les sessions ont lieu alternativement à Garoua et à Maroua et concerne plus de 80 personnes. Les thèmes abordés au cours de ces séances portent sur les sujets suivants :

- la biocénose : ravageurs des cultures, agents parasitaires, ravageurs du cotonnier au Cameroun, auxiliaires, maladies classiques ;
- la protection phytosanitaire du cotonnier au Cameroun : historique, définitions, matériel d'application, insecticides, toxicovigilance, lutte intégrée, rôle de la recherche ;
- la lutte étagée ciblée : présentation, résultats des années de vulgarisation, mode d'emploi, améliorations envisageables ;
- des thèmes particuliers : parcelles non traitées, parcelles d'alarme et d'estimation des risques, les cotonniers rouges, les cotons collants.

La formation des agents de terrain

Bon nombre de tournées sont effectuées sur le terrain, à la demande des cadres de la DAR. Citons par exemple les tournées portant sur les aspects suivants : infestations fortes de pucerons et inefficacité des traitements aphicides, symptômes de rougissement des cotonniers, dégâts d'altises sur blocs non labourés, maladies en extension, problèmes de stockage de formulations insecticides, nouvelles techniques d'application, nouveaux programmes de protection, lutte étagée ciblée, etc. Toutes ces tournées font l'objet de discussions et d'échanges avec les agents de terrain, ainsi que de comptes rendus.

Activités de service et de formation destinées à la vulgarisation

La section d'entomologie a participé à la conception et à la rédaction des documents sur la LEC utilisés en milieu paysan. Ces documents ont été finalisés avec la Sodécoton. Il s'agit de cahiers (fiches d'observation de quart, fiches d'infestation et de traitement de bloc, fiches d'infestation de marché et de zone), d'abaques et d'autres documents de base (mode d'emploi de la LEC, aide-mémoire pour la reconnaissance des principaux prédateurs).

Les plaquettes didactiques, destinées à l'encadrement et aux paysans lettrés, concernant les ravageurs et la protection de la culture cotonnière au Cameroun, ont été reçues et distribuées à plusieurs reprises. En 1995, on peut considérer que plus de 10 000 plaquettes ont été distribuées aux planteurs. Les financements de la fabrication de ces plaquettes ont été le projet Garoua (première édition), les firmes phytosanitaires

(deuxième édition) et la Sodécoton (troisième édition). Ces plaquettes — dont une partie est en français et l'autre en fulfuldé — sont en plastique indéchirable et lavable.

Animation au sein du groupe de réflexion « protection des cultures »

L'unité de recherche et le groupe de réflexion « protection des cultures et des stocks », mis en place dans le cadre du projet Garoua phase II, ont poursuivi, à partir de 1993, les activités commencées les années précédentes. Plusieurs réunions ont été tenues, alternativement à Maroua et à Garoua, et parfois à l'occasion de la présence d'un spécialiste en mission. Concrètement, en 1995, un bilan est réalisé sur les aspects phytosanitaires des principales cultures annuelles du Nord-Cameroun, en dehors du cotonnier : sorgho, maïs, arachide, niébé. D'autres bilans ont également été réalisés sur des thèmes plus particuliers : cochenille du neem, entomofaune des arbres fruitiers, méthodes traditionnelles de protection des stocks, etc.

A moyen terme, les réflexions et les recherches doivent apporter des acquis permettant de mieux raisonner la protection phytosanitaire des cultures rencontrées au Nord-Cameroun, à l'échelle de l'exploitation paysanne. Ces bilans et ces études relèvent dans une première phase de l'initiative de la recherche, les activités étant pluridisciplinaires et transversales. L'étude des arthropodes à l'échelle du système de culture peut être entreprise par l'intermédiaire de parcelles de référence et doit permettre, à terme, d'optimiser la gestion de la protection des cultures. Ce type de parcelle a été mis en place en 1992, puis abandonné à la suite de l'absence de garantie quant à sa pérennité. Ce genre d'étude représenterait pourtant une approche particulièrement originale et innovatrice, à condition qu'elle soit pérennisée.

On ne peut oublier, même si cela ne peut être considéré comme un résultat, l'important travail de formation en entomologie des chercheurs non spécialistes : séances de récolte, étalage et conservation d'insectes, nombreuses tournées communes sur le terrain, exposés généraux en entomologie, etc.

Organisation de réunions internationales de coordination

La section d'entomologie s'est chargée de l'organisation des deux réunions internationales qui se sont déroulées au Cameroun, à Garoua en janvier 1990,

et à Maroua, en janvier 1994 (environ 80 participants).

Conclusion

La vulgarisation de la LEC peut être considérée comme une belle réussite, unique en Afrique. Ce succès doit être imputé aussi bien à la recherche qu'à la Sodécoton, dont la politique de développement de cette innovation a été exemplaire. L'évolution ne fut ni trop rapide ni trop lente, les étapes temporaires de familiarisation (dose-fréquence) furent respectées et les utilisateurs bien formés. La formation et le suivi de ces derniers doivent être continués à l'avenir.

Deux thèses ont été réalisées sur *A. gossypii*. Cet insecte est aujourd'hui relativement bien connu et des moyens de lutte adaptés ont été proposés.

Mais le bilan critique de cette période met aussi en avant l'absence ou le faible nombre d'expérimentations dans plusieurs domaines de recherche. Certains ne sont pas, compte tenu des contraintes et de la conjoncture, apparus comme étant prioritaires, ce qui est par exemple le cas de la lutte biologique (entomophages, utilisation de *Bacillus thuringiensis*, etc.). D'autres avaient préalablement fait l'objet de nombreuses études et d'un bilan, comme les essais de matières actives chimiques ou l'expérimentation de lutte conjuguée (utilisation de virus et de matières actives chimiques) ; d'autres encore, parce que les moyens humains, matériels ou scientifiques n'étaient pas suffisants (échantillonnage de certains insectes, quantification de l'incidence des auxiliaires, etc.).

Les perspectives d'expérimentation dans les années qui viennent pourraient privilégier les axes suivants :

- biocénose : rôle des auxiliaires sur les ravageurs, transferts entomologiques à l'échelle du système de culture ;

- lutte chimique raisonnée : prise en compte des auxiliaires, étude d'un programme de protection sur seuil d'intervention *sensu stricto* ;

- lutte biologique : toxines de Bt (plantes transgéniques), etc.

Références bibliographiques

ASFOM P., 1994. Un réseau de parcelles de référence utilisé au Cameroun pour évaluer l'importance du parasitisme. In Actes de la réunion phytosanitaire de coordination, cultures annuelles, Afrique centrale, Maroua, Cameroun, 182-185.

- ASPIROT J., MENOZZI P., 1985. Etude expérimentale en culture cotonnière de nouveaux programmes de protection phytosanitaire mis en place au Tchad sur la station de Bébedjia. *Coton et Fibres Tropicales* 40 : 29-37.
- BEKOLO J.-D., 1994. La lutte étagée ciblée au Cameroun : bilan et perspectives après trois années de vulgarisation. In Actes de la réunion phytosanitaire de coordination, cultures annuelles, Afrique centrale, Maroua, Cameroun, 176-181.
- DEGUINE J.-P., 1995. Bioécologie et épidémiologie du puceron *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) sur cotonnier en Afrique centrale. Vers une évolution de la protection phytosanitaire. Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier, Montpellier, France, 138 p.
- DEGUINE J.-P., EKUKOLE G., AMIOT E., 1993. La lutte étagée ciblée : un nouveau programme de protection insecticide en culture cotonnière au Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales* 48 : 99-119.
- EKUKOLE G., 1993a. A check-list of cotton entomofauna in North Cameroon. I. Phytophagous species. *Coton et Fibres Tropicales* 48 : 213-220.
- EKUKOLE G., 1993b. A check-list of cotton entomofauna in North Cameroon. II. Parasitoids and predators. *Coton et Fibres Tropicales* 48 : 221-225.
- GALVA P., 1993. Contribution à l'étude des auxiliaires en culture cotonnière paysanne au Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'études, ETARC-CNEARC, Montpellier, France, 76 p.
- MARTIN J., DEGUINE J.-P., 1996. Pour une gestion raisonnée des résidus de cotonniers au Cameroun. *Agriculture et développement* 9 : 41-46.
- LOUDINOT O., 1988. Expérimentations sur la technique de pulvérisation très bas volume 10 l/ha à l'eau, en culture cotonnière au Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'études, CNEARC, Montpellier, France, 64 p.
- RENOU A., DEGUINE J.-P., 1992. Ravageurs et protection de la culture cotonnière au Nord-Cameroun. Série Documents, études et synthèses, n° 13. *Coton et Fibres Tropicales*, 52 p.
- TIBERGHIE C., FILLION E., TIXIER C., DEGUINE J.-P., 1994. Rapport annuel 1994-1995. Section entomologie, programme cultures cotonnières paysannes. Institut de la recherche agronomique, centre de Maroua, Cameroun. Montpellier, France, CIRAD-CA, 35 p.
- TIXIER C., DEGUINE J.-P., ALIOUM, 1996. Technique d'élevage d'*Aphis gossypii* et méthode de mesure de sa sensibilité aux insecticides. *Agriculture et développement* 8 : 56-58.

Annexe 1. Liste des arthropodes ravageurs du cotonnier au Cameroun.

Cette liste est établie à partir des publications de RENOU et DEGUINE (1992), GALVA (1993), EKUKOLE (1993a), DEGUINE (1995) et d'un recensement, non publié mais régulièrement mis à jour par H.-P. ABERLENC (laboratoire de faunistique, CIRAD-CA).

ORTHOPTERA

Acrididae

- Acrida* sp.
- Acrotylus patruelis* (Herrich-Schäffer)
- Aiolopus thalassinus* (Fabricius)
- Anacridium melanorhodon* (Walker)
- Cataloipus cymbiferus* (Krauss)
- Cataloipus fuscocoeruleipes* Sjöstedt
- Diabolocatanops axillaris* (Thunberg)
- Eyprepocnemis plorans* (Charpentier)
- Homoxyrrhpes punctipennis* (Walker)
- Kraussaria angulifera* (Krauss)
- Oedalus senegalensis* (Krauss)
- Oedalus nigeriensis* Uvarov
- Ornithacris cavroisi* Finot

Pyrgomorphidae

- Pyrgomorpha vignaudii* (Guérin-Ménéville)

THYSANOPTERA (dans les fleurs de cotonnier)

Thripidae

- Caliothrips impurus* (Priesner)
- Caliothrips* sp.
- Frankliniella schultzei* Trybom
- Megalurothrips sjoestedti* (Trybom)
- Scirtothrips aurantii* Faure
- Thrips exilicornis* Hood
- Thrips tabaci* Lindeman

Phlaeothripidae

- Haplothrips gowdei* Franklin
- Haplothrips* sp.

HEMIPTERA

Delphacidae

- Leptodelphax maculigera* (Stål)
- Sogatodes cubanus* (Crawford)

Meenoplidae

- Nisia nervosa* (Motschulsky)

Derbidae

- Diostrombus rufus* Muir
- Proutista fritillaris* (Boheman)

Dictyopharidae

- Philotheria validirostris* Stål

Flatidae

- Caesonia pinax* Fennah

Tropiduchidae

- Numicia dorsalis* Jacobi

Cercopidae

- Locris rubra* Fabricius
- Poophilus costalis* Walker

Cicadellidae

- Aconurella prolixa* (Lethierry)
- Austroagallia caboverdensis* (Lindberg)
- Austroasca lybica* (Bergevin & Zanon)
- Balclutha hebe* (Kirkaldy)
- Batracomorphus* sp.
- Cicadulina triangula* Ruppel
- Dryadomorpha pallida* Kirkaldy
- Empoasca dolichi* Paoli
- Exitianus capicola* (Stål)
- Gambialoa* sp. aff. *beya* Dworakowska
- Hecalus virescens* Distant
- Imbecilla lubiae* (China)
- Nephotettix modulatus* Melichar
- Perkinsiella* n.sp. (en description par J. Bonfils)
- Recilia banda* Kramer

Aleyrodidae

- Bemisia afer* (Priesner & Hosney)
- Bemisia tabaci* (Gennadius)

Psyllidae

- Paurocephala gossypii* Russel

Aphididae

- Aphis gossypii* Glover

Pseudococcidae

- Ferrisia virgata* (Cockerell)
- Phenacoccus solenopsis* Tinsley
- Planococcus ficus* (Signoret)

Miridae

- Campylomma* sp.
-

Creontiades pallidus Rambur
Helopeltis schoutedeni Reuter
Lygus sp.
Taylorilygus vosseleri (Poppius)

Alydidae

Mirperus jaculus (Thunberg)
Stenocoris stali Ahmad

Coreidae

Acanthomia horrida (Germar)
Acanthomia tomentosicollis (Stål)
Anoplocnemis curvipes (Fabricius)
Cletus notatus (Thunberg)
Cletus ochraceus Herrich-Schäffer
Leptoglossus australis (Fabricius)

Lygaeidae

Oxycarenus sp.
Spilostethus rivularis (Germar)

Pyrrhocoridae

Dysdercus voelkeri Schmidt
Dysdercus nigrofasciatus Stål

Pentatomidae

Acrosternum acutum (Dallas)
Agonoscelis versicolor (Fabricius)
Agonoscelis pubescens (Thunberg)
Aspavia armigera Fabricius
Boerias fumigatus Distant
Carbula marginella (Thunberg)
[= *C. pedalis* Bergroth]
Coridius viduatus (Fabricius)
Diploxys sp.
Nezara viridula torquata (Fabricius)
Nezara viridula viridula (Linné)
Pseudatellus spinulosa (Palisot de Beauvois)

Scutelleridae

Calidea dregii Germar
Calidea nana Hahn & Herrich-Schäffer
Hotea subfasciata (Westwood)
Sphaerocoris annulus ocellatus (Klug)

COLEOPTERA

Scarabaeidae Melolonthinae

Schizonycha africana (Laporte de Castelnau)

Scarabaeidae Cetoniinae

Diplognatha gagates (Förster)
Pachnoda cordata orientalis Ruter

Pachnoda interrupta (Olivier)
Pachnoda marginata aurantia Herbst
Polybaphes sanguinolenta (Olivier)
Pseudoprotactia stolata (Olivier)
Rhabdotis sobrina (Gory & Percheron)

Buprestidae

Sphenoptera sp.
Sphenoptera gossypii (Banks)

Languriidae

Clerolanguria tricolor (Fabricius)

Tenebrionidae

Phrynocolus [= *Brachyphrynus*]
dentatus (Solier)
Tribolium castaneum (Herbst)

Tenebrionidae Lagriinae

Lagria villosa Fabricius

Meloidae

Epicauta sp.
Mylabris (Coryna) affinis (Olivier)
Mylabris (Coryna) afzelii Billberg
Mylabris (Coryna) apicornis Guérin
Mylabris (Coryna) argentata (Fabricius)
Mylabris (Coryna) bifasciata De Geer
Mylabris (Coryna) dicincta Bertoloni
Mylabris (Coryna) dilloni Guérin-Ménéville
Mylabris (Coryna) duodecimpunctata
Guérin-Ménéville
Mylabris (Coryna) trifasciata Thunberg
Mylabris (Coryna) tristigma Gerstäcker

Bruchidae

Callosobruchus maculatus (Fabricius)

Chrysomelidae Galerucinae

Aulacophora foveicollis (Lucas)
Medythia quaterna (Fairmaire)

Chrysomelidae Alticinae

Nisotra dilecta (Dalman)
Podagrica decolorata Duvivier
Podagrica pallidicolor Pic

Chrysomelidae Eumolpinae

Syagrus calcaratus (Fabricius)

Curculionidae

Anaemerus tomentosus (Fabricius)
Cosmogaster lateralis Gyllenhal
Gasteroclisus rhomboidalis (Boheman)

Isaniris decorsei (Marshall)
Neocleonus sannio (Herbst)
Tetragonothorax retusus (Fabricius)

LEPIDOPTERA

Gracillariidae

Acrocercops bifasciata Walsingham

Gelechiidae

Pectinophora gossypiella (Saunders)

Tortricidae

Cryptophlebia leucotreta (Meyrick)

Pyralidae

Hymenia recurvalis (Fabricius)

Corcyra cephalonica (Stainton)

Plodia interpunctella (Hübner)

Crambidae

Syllepte derogata (Fabricius)

Nymphalidae

Acraea eponina (Cramer)

Arctiidae

Amsacta moloneyi Druce

Diacrisia sp.

Noctuidae

Anomis [= *Cosmophila*] *flava* (Fabricius)

Chrysodeixis acuta (Walker)

Diparopsis watersi (Rothschild)

Earias insulana (Boisduval)

Earias biplaga Walker

Eublemma gayneri (Rothschild)

Helicoverpa [= *Heliothis*] *armigera* (Hübner)

Spodoptera exempta (Hübner)

Spodoptera exigua (Hübner)

Spodoptera littoralis (Boisduval)

Xanthodes graellsii (Feisthamel)

DIPTERA

Agromyzidae

Liriomyza sativae (Blanchard)

Diopsidae

Diopsis aff. *colaris* Westwood

Diopsis ichneumonea L.

Diopsis ornata Westwood

ACARI

Tarsonemidae

Polyphagotarsonemus latus (Banks)

Annexe 2. Liste des arthropodes auxiliaires du cotonnier au Cameroun.

Cette liste est établie à partir des publications de RENOU et DEGUINE (1992), GALVA (1993), EKUKOLE (1993b), DEGUINE (1995) et d'un recensement, non publié mais régulièrement mis à jour par H.-P. ABERLENC (laboratoire de faunistique, CIRAD-CA).

PREDATEURS ET PARASITOIDES

ORTHOPTERA

(proie ou hôte)

Oecanthidae

Oecanthus sp.

Aphis gossypii

DERMAPTERA

Forficulidae

Forficula senegalensis Serville

Aphis gossypii

HEMIPTERA

Anthocoridae

Orius (Dimorphella) sp.

(Aphides, Thrips)

Reduviidae

Coranopsis vittata Horvath

Endochus binotatus Bergroth

Nagusta punctaticollis Stål

Phonoctonus lutescens (Guérin-Méneville & Percheron)

Dysdercus spp., *Anomis flava*

Platyeris biguttata (Linné)

Rhynocoris albopilosus (Signoret)

Dysdercus spp.

Rhynocoris rapax Stål

Dysdercus spp.

Rhynocoris segmentarius (Germar)

Dysdercus spp.

Sphedanolestes picturellus Schouteden

Paramphibolus hirsutus Villiers

Nabidae

Tropiconabis sp.

Lygaeidae

Geocoris lineola Rambur

Pyrrhocoridae

Probergrothius sexpunctatus (Laporte de Castelnau)

Dysdercus spp.

Pentatomidae

Africus purpureus (Westwood)

Syllepte derogata

Glypsus erubescens Distant

Anomis flava

COLEOPTERA

Cicindelidae

Megacephala quadrisignata (Dejean)

Carabidae

Archicolluris senegalensis (Lepeletier & Serville)

Graphipterus obsoletus nigericus Basilewsky

Anomis flava, *Diparopsis watersi*

Chlaenius dusaulti Dejean

Lissauchenius venator (Laferté)
Pachydinodes conformis (Dejean)
Systolocranius fuyungiensis Burgeon
Hexagonia sp. [apud *punctatostriata* Laferté]

Anomis flava, *Diparopsis watersi*
Anomis flava, *Diparopsis watersi*

Scaritidae

Clivina sp.
Distichus gagatinus (Dejean)
Scarites tenebricosus Dejean

Staphylinidae

Paederus sabaeus Erichson

Aphis gossypii

Coccinellidae

Cheilomenes sulphurea (Olivier)
Cheilomenes vicina (Mulsant)
Exochomus (*Xanthocorus*) *flavipes* ssp. *guineensis* Fürsch
Hippodamia variegata tredecimsignata (Mulsant)
Pullus magnocapsularis Fürsch
Scymnus (*Scymnus*) *floralis* (Fabricius)
Scymnus (*Scymnus*) *senegalensis* Mader
Scymnus (*Scymnus*) *scapuliferus* Mulsant
Scymnus sp.
Xanthadalia effusa ssp. *rufescens* (Mulsant)

Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii
Aphis gossypii

NEUROPTERA

Chrysopidae

Mallada desjardinsi (Navas) [= *M. boninensis* (Okamoto)]

Aphis gossypii

HYMENOPTERA

Chalcididae

Brachymeria citrea Steffan
Brachymeria olethria (Waterston)
Brachymeria reflexa Steffan

Syllepte derogata
Syllepte derogata
Syllepte derogata

Eurytomidae

Eurytoma braconidis Ferrière

Syllepte derogata

Eulophidae

Euplectrus laphygmae Ferrière
Oomyzus sp. (groupe *sempronius*)

Syllepte derogata
Syllepte derogata

Aphelinidae

Aphelinus albipodus Hayat & Kausar
Marietta sp.

Aphis gossypii
Aphis gossypii

Ichneumonidae

Charops tegularis (Sulzer)
Pristomerus sp.
Xanthopimpla aliena Krieger

Syllepte derogata
Earias insulana
Syllepte derogata

Encyrtidae

Syrphophagus africanus (Gahan)

Aphis gossypii

Braconidae

Apanteles biplagae Fischer

Syllepte derogata

Apanteles sagax Wilkinson

Syllepte derogata

Apanteles syleptae Ferrière

Syllepte derogata

Agathis sp.

Earias insulana

Bracon bipustulatus (Szépligeti)

Chelonus bifoveolatus (Szépligeti)

Cremnops sp.

Earias insulana

Disophrys sp.

Syllepte derogata

Megagathis ? *costata* Brullé

Syllepte derogata

Meteoridea testacea (Granger)

Syllepte derogata

Meteorus ? *laphygmarum* Brues

Braconidae Aphidiinae

Aphidius sp.

Aphis gossypii

Formicidae

Acantholepis sp.

Aphis gossypii

Camponotus sp.

Aphis gossypii

Crematogaster sp.

Aphis gossypii

Messor sp.

Aphis gossypii

Monomorium sp.

Aphis gossypii

Paratrechina sp.

Aphis gossypii

Pheidole sp.

Aphis gossypii

Tetramorium sp.

Aphis gossypii

DIPTERA

Syrphidae

Allograpta sp.

Aphis gossypii

Ischiodon aegyptius (Wiedemann)

Aphis gossypii

Paragus borbonicus Macquart

Aphis gossypii

Tachinidae

Palexorista imberbis (Wiedemann)

Peribaea sp.

Spodoptera littoralis

Senometopia sp.

Diparopsis watersi

HYPERPARASITOIDES

HYMENOPTERA

Pteromalidae

Pachyneuron ? *aphidis* (Bouché)

Aphis gossypii

Encyrtidae

Syrphophagus africanus (Gahan)

Aphis gossypii

Eulophidae

Nesolynx phaeosoma (Waterston)

Syllepte derogata

Elasmidae

Elasmus flaviceps Ferrière

Syllepte derogata

Aphelinidae

Encarsia transvena (Timberlake)

Aphis gossypii

Charipidae

Alloxysta sp.

Aphis gossypii

AUXILIAIRES FLORICOLES

COLEOPTERA

Nitidulidae

spp. indéterminées

Meloidae

Mylabris (Coryna) duodecimpunctata (Chevrolat)

HYMENOPTERA

Apidae

Apis mellifera L.

DIPTERA

Drosophilidae

Drosophila (Scaptodrosophila) caliginosa Lamb

ARAIGNEES

Clubionidae

Chiracanthium melanostomellum Roewer

Ctenidae

Anahita aculeata (Simon)

Thomisidae

Misumena nana Lessert

Synaema simoneae Lessert

Philodromus sp.

Thomisus spinifer Pickard-Cambridge

Tmarus sp.

Pisauridae

Voraptus sp.

Lycosidae

Lycosa sp.

Oxyopidae

Oxyopes pallidecoloratus Strand

Salticidae

Heliophanus cassinicola Simon

Thyene inflata (Gerstäcker)

Theridiidae

Theridion sp.

Theridula gonygaster (Simon)

Tetragnathidae

Leucauge cf. *undulata* (Vinson)

Argiopidae

Araneus cereolellus (Strand)

Neoscona theisi (Walckenaer)
